



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2011

Energiebewertung beim Pferd

Wichert, B

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-58464>

Book Section

Accepted Version

Originally published at:

Wichert, B (2011). Energiebewertung beim Pferd. In: Kreuzer, M; Lanzini, T; Wanner, M; Bruckmaier, R; Guidon, D. Zukunftsträchtige Futtermittel und Zusatzstoffe. Zürich: ETH Zürich Institut für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften, 74-78.

Energiebewertung beim Pferd

Brigitta Wichert

Institut für Tierernährung, Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Kontaktperson: Dr. B. Wichert, bwichert@vetphys.uzh.ch

Einleitung

Die Energiebewertung von Futtermitteln unabhängig von der Tierart, für die dieses Futtermittel verwendet werden soll, basiert auf der Bruttoenergie. Allerdings wäre die Anwendung der Bruttoenergie als Grundlage der Beurteilung der Energieversorgung einer Tierart mit sehr vielen Fehlern behaftet, da Futtermittel mit hohem Bruttoenergiegehalt dem Tier nicht zwingend ebenfalls viel Energie zur Verfügung stellen. Für das Pferd werden Energiebewertungssysteme auf Basis der verdaulichen Energie (USA, Grossbritannien, Deutschland, Österreich, Schweiz), der umsetzbaren Energie (Finnland, Schweden (auch Nettoenergie), Deutschland, Österreich (noch verdauliche Energie)) oder der Nettoenergie (Frankreich, Spanien, Portugal, Italien, Dänemark, Norwegen Island, Niederlande) angewandt. Allerdings ist es mit den Unterschieden in der Energiestufe nicht getan, innerhalb jeder Stufe existieren auch noch viele unterschiedliche Schätzformeln und Bedarfsnormen, was die Angabe des Energiegehaltes eines Futtermittels für Pferde erschwert. Entsprechend ist die Angabe der Energie eines Mischfuttermittels in der Europäischen Union offiziell nur mit Angabe der verwendeten Schätzformel (bzw. die Angabe experimentell) zugelassen.

Obwohl ein einheitliches Energiebewertungssystem unbestritten sinnvoll wäre, ist es bis heute stark umstritten, welches System für die Bewertung von Pferdefuttermitteln und die Angabe des Energiebedarfes mit Pferden unterschiedlichen Leistungen am sinnvollsten ist. Die Energieverdaulichkeit unterschiedlicher Futtermittel kann sich bis zu 50 % unterscheiden, was die Nutzung der verdaulichen Energie (DE) natürlich einschränkt (Fehrle, 1999). Obwohl es relativ viele Daten aus Verdaulichkeitsversuchen mit Pferden gibt, kann aufgrund des hohen Aufwandes und der hohen Kosten nicht jedes Futtermittel experimentell auf seinen Gehalt an verdaulicher Energie hin überprüft werden. Aus diesem Grund wurden bis heute diverse Schätzformeln zur Bestimmung der verdaulichen Energie in Pferdefuttern entwickelt, wovon einige allein auf der Nutzung chemischer Analysedaten der Futtermittel (Schulze, 1987, Zeyner, 1995, Pagan, 1998,

Fehrle, 1999, Zeyner and Kienzle, 2002), andere auf in vitro-Methoden (Zeyner und Dittrich, 2005, Lattimer et al., 2007) und wieder andere auf der Umrechnung von Daten zur Verdaulichkeit der organischen Substanz von Wiederkäuern auf das Pferd (Martin-Rosset, 1994). Ein grosser Vorteil der Schätzformeln einfach auf Basis der Nährstoffgehalte, insbesondere der Formeln basierend auf den Rohnährstoffen, bestimmt mit der Weender Analyse, ist, dass diese Formeln praktisch ohne grossen Aufwand für nahezu jedes Futtermittel anwendbar sind. Der grosse Nachteil dieser Formeln ist dagegen ihre Ungenauigkeit und teilweise auch die auf eine bestimmte Spanne der Rohfaser- und Rohfettgehalte eingeschränkte Anwendbarkeit. In vitro-Methoden zur Schätzung des Energiegehaltes sind deutlich aufwändiger, dafür bieten sie aber zumindest Aufschluss über die mikrobielle Verdaulichkeit der Futtermittel, wenn auch bei diesen Methoden der Teil der Dünndarmverdaulichkeit der Futtermittel ausser Acht gelassen wird. Dies stellt auf der Stufe der verdaulichen Energie jedoch nur einen kleinen Fehler dar. Die Methoden von Martin-Rosset (1994) versprechen eine grössere Genauigkeit der Schätzung, da sie die Verdauung im Tier experimentell mit einbeziehen, wenn der Grossteil der Futtermittel auch mit Wiederkäuern untersucht wird und mit Hilfe von Regressionen auf das Pferd umgerechnet wird. Schwierig bzw. ebenfalls sehr ungenau wird es allerdings für Futtermittel, die noch nicht beim Wiederkäuer untersucht wurden. Bei diesen Futtermitteln wird einer Schätzung der Verdaulichkeit beim Wiederkäuer die „Schätzung“ für die Umrechnung auf das Pferd hinzuaddiert, was wiederum zu zwei Unsicherheitsfaktoren und deshalb zu grösserer Ungenauigkeit führt.

Allen Formeln (wichtige Formeln Tabelle 1) für die Bewertung der verdaulichen Energie beim Pferd gemeinsam ist, dass diese Stufe der Energiebewertung weder die Unterschiede in der Energieausbeute aus Dünndarm- und Dickdarmverdauung, noch die Unterschiede in der Nutzung der Energie für unterschiedliche Leistungen (Wachstum, Laktation, Bewegung) berücksichtigt.

Die nächste Stufe in der Energiebewertung eines Futtermittels ist die umsetzbare Energie (ME). Gegenüber der verdaulichen Energie bietet die umsetzbare Energie den Vorteil, dass die Energieverluste über Gärgase (vor allem Methan) und den Urin berücksichtigt werden. Insgesamt sind die Energieverluste über Urin beim Pferd grösser als die über Methanbildung (Kienzle und Zeyner, 2010), was eine ganz andere Situation ergibt als beim Wiederkäuer. Nach Kienzle und Zeyner (2010) ist es beim Pferd möglich, den Energieverlust über den Urin anhand des Gehalts der Ration an Rohprotein zu schätzen. Da die Methanbildung beim Pferd in einem engen Zusammenhang mit der Aufnahme an Rohfaser steht, wurden diese Zusammenhänge der Energieverluste über Urin und Methan genutzt, um die DE-Formel von Zeyner und Kienzle (2002) für die Abschätzung der ME umzuformen.

Tabelle 1: Schätzgleichungen für die verdauliche Energie Pferd mit der Angabe, woher die jeweilige Gleichung stammt

Formel zur Berechnung der DE	Futtermittel	Herkunft der Formel
$\text{Mcal/kg} = 4.22 - 0.11x (\% \text{ADF}) + 0.0332x (\% \text{ Rohprotein}) + 0.00112x (\% \text{ ADF}^2)$	Raufutter, Weide, Grünfutter frisch und getrocknet	NRC (1989)
$\text{Mcal/kg} = 4.07 - 0.055x (\% \text{ ADF})$	Energiereiche Futtermittel und Proteinergänzungsfuttermittel	NRC (1989)
$\begin{aligned} \text{MJ/kg TS} = & 8.86 + 0.05097x \\ & \text{Rohprotein} - 0.0392x \text{ ADF} - \\ & 0.0160x(\text{NDF} - \text{ADF}) + 0.197x \\ & \text{Rohfett} + 0.085x (100 - \text{Rohprotein} - \\ & \text{NDF} - \text{Rohfett} - \text{Rohasche}) - 0.110x \\ & \text{Rohasche} \end{aligned}$ <p>alle Nährstoffe in % TS</p>	alle Futtermittel	Pagan (1998)
$\begin{aligned} \text{MJ/kg TS} = & -3.54 + 0.029 \\ & \text{Rohprotein} + 0.0420 \text{ Rohfett} + \\ & 0.0001 \text{ Rohfaser} + 0.0185 \text{ NfE} \end{aligned}$ <p>alle Nährstoffe in g/kg TS</p>	alle Futtermittel mit Rohfett <8% TS und Rohfaser <35% TS	Zeyner und Kienzle, modifiziert nach Anon (2003)
$\begin{aligned} \text{MJ/kg TS} = & \text{Bruttoenergie (BE)} \times \\ & \text{Energieverdaulichkeit (ED)} \\ \text{ED (\%)} = & 0.034 - 1.1 + 0.9477x \\ & \text{verdauliche organische Substanz} \\ & (\text{vOS}) \% \\ \text{vOS (\%)} = & 81.51 - 0.0792x \text{ Rohfaser} \\ & (\text{g/kg TS}) \\ \text{BE (MJ/kg TS)} = & 0.0188x \text{ OS (g/kg} \\ & \text{TS)} + 0.0078x \text{ Rohprotein (g/kg TS)} \end{aligned}$	Raufutter (es gibt weitere Formeln für andere Futtermittel, siehe Veröffentlichungen der INRA	INRA (Stand 2010)

NfE= Stickstoff-freie Extraktstoffe

Für die Abschätzung der ME ergab sich daraus die Formel: $ME \text{ in MJ/kg TS} = -3.54 + 0.0129 \times \text{Rohprotein} + 0.0420 \times \text{Rohfett} - 0.0019 \times \text{Rohfaser} + 0.0185 \times \text{NfE}$ (Rohnährstoffe in g/kg TS). Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie plant, ab Herbst 2011 ihre Bedarfsnormen auf die Nutzung der umsetzbaren Energie umzustellen. Ein System basierend auf der umsetzbaren Energie vermindert die Fehler der verdaulichen Energie insbesondere in Bezug auf die Überschätzung des Energiegehaltes rohfaserreicher Futtermittel.

Befürworter der Nettoenergiesysteme für Pferde sehen in der Umstellung auf die umsetzbare Energie zwar eine Verbesserung gegenüber der verdaulichen Energie, allerdings überwiegt die Einfachheit des Systems nicht die Ausserachtlassung der pferdeabhängigen Faktoren (Martin-Rosset, persönliche Mitteilung). Im Nettoenergiesystem, das in Frankreich genutzt wird, wird die Energie in Horse Feed Unit (UFC) angegeben, die den Nettoenergiegehalt von Futtermitteln in Relation zu Gerste als Referenzfuttermittel angibt. Die Abschätzung des Energiegehaltes verläuft über mehrere Stufen, die zunächst die Bruttoenergie, dann die Energieverdaulichkeit und das Verhältnis der ME zur DE und in einem letzten Schritt die Nutzung der ME einbezieht. Hierbei werden bei der Bewertung der Energieverdaulichkeit neben Daten zur Verdaulichkeit beim Pferd für Futtermittel, für die keinerlei Pferdedaten vorliegen, experimentelle Daten von Schafen oder aber in vitro Daten verwendet, die dann über spezifische Umrechnungsfaktoren angepasst werden. Ähnlich wie bei der verdaulichen Energie, werden die „Fehleinschätzungen“ der Futtermittel mit steigendem Rohfasergehalt grösser (Martin-Rosset, 1994).

Insgesamt weisen alle aktuell verwendeten Energiebewertungssysteme beim Pferd grosse Unsicherheiten auf, die durch die Anwendung auf bisher nicht experimentell untersuchte Futtermittel deutlich vergrössert werden. Jedes mögliche System passt dort am besten, wo die verwendeten Futtermittel dem Datenpool, der für die Erstellung des jeweiligen Energiebewertungssystems verwendeten Futtermittel am besten entsprechen. Wie Eigenmann und Wichert (2011) nachweisen konnten, bestehen systematische Unterschiede zwischen der Schätzung der verdaulichen Energie eines bestimmten Futtermittels bei Nutzung der Formel der INRA (siehe Tabelle) und der Formel nach Zeyner und Kienzle (Anon, 2003). Dies zeigt, dass es entscheidend ist, dass die verwendeten Bedarfsnormen für die Pferde unmittelbar zu dem genutzten Energiebewertungssystem passen, da die bei der Entwicklung der Energiebewertung verwendeten Rationen auch den jeweiligen Bedarfsnormen entsprechen (z.B. Zeyner und Kienzle orientieren die Rationen an den GfE-Bedarfsnormen und Martin-Rosset und andere nutzen die NE-Bedarfsnormen der INRA als Grundlage). Werden Bedarfsnormen und Energiebewertungssysteme unterschiedlicher Autoren (also z.B.

GfE und INRA) gemischt, besteht die Gefahr der Über- oder Unterschätzung der Energiegehalte der Futtermittel im Vergleich zum Energiebedarf der Pferde.

Abschliessend kann festgestellt werden, dass die Energiebewertung von Pferdefuttermitteln bis heute insgesamt, im Vergleich zu Wiederkäuersystemen auf sehr wenigen Daten basiert, was durch die Nutzung von Systemen auf unterschiedlichen Energiestufen noch verstärkt wird. Die Schweiz bewegt sich dabei zwischen den Systemen zur Abschätzung der verdaulichen Energie nach der INRA, die insbesondere für die Raufuttermittel verwendet wird (Schweizerische Futtermitteldatenbank, Stand 2011) und den Bedarfsnormen für die verdauliche Energie, die aus Literatur der GfE (1994) oder aus denen des NRC (2007) entnommen werden können. Dieses Ungleichgewicht sollte für die Zukunft überdacht werden!

Literatur

Anon (2003) Prediction of digestible energy (DE) in horse feed. Proceedings of Nutrition Physiology **12**: 123-126

Eigenmann, J. und Wichert, B. (2011) Schätzung der verdaulichen Energie im Pferdefutter: Vergleich zweier unterschiedlicher Bewertungssysteme, Proceedings ETH Tagung, 5. Mai 2011

Fehrle, S. (1999) Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Mischfutter beim Pferd in Abhängigkeit von der Raufutteraufnahme. Dissertation vetmed., Ludwig-Maximilians-Universität, München

GfE (1994) Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Empfehlungen für die Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 2; DLG-Verlag, Frankfurt (Main)

I.N.R.A. (2010) Institut National de la Recherche Agronomique. Edited by Martin-Rosset, W. Feeding standards for energy and protein for horses in France

Kienzle, E., und Zeyner, A. (2010) The development of a metabolizable energy system for horses. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition **94**: 231-240

Lattimer, J.M., cooper, S.R., Freeman, D.W., Lalman, D.A. (2007) Effect of yeast culture on in vitro fermentation of a high-concentrate or high-fibre diet using equine fecal inoculum in a DaisyII incubator. Journal of Animal Science **85**: 2484-2491

Martin-Rosset, W., Vermorel, M., Doreau, M., Tisserand, J.L., Andrieu, J. (1994). The French horse feed evaluation systems and recommended allowances for energy and protein. *Livestock Production Science* **40**: 37-56

NRC (1989) Nutrient requirements of horses, 5th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

NRC (2007) National Research Council, Nutrient requirements of horses. 6th rev. ed., National Academy Press, Washington, D.C., 327

Pagan, J.D. (1998). Measuring the digestible energy content of horse feed. In: J.D. Pagan (ed). *Advances in Equine Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, 71-76

Schulze, K. (1987) Untersuchungen zur Verdaulichkeit und Energiebewertung von Mischfuttermitteln für Pferde. Dissertation vetmed., Tierärztliche Hochschule Hannover

Zeyner, A. (1995) Ermittlung des Gehaltes an verdaulicher Energie im Pferdefutter über die Verdaulichkeitsschätzung. Übers. Tierernährung **23**: 55-104

Zeyner, A. und Dittrich, A. (2005) Estimation of digestible energy in horse diets using an in vitro method. *Pferdeheilkunde* **21**: 53-54

Zeyner, A. und Kienzle, E. (2002) A method to estimate digestible energy in horse feed. *Journal of Nutrition* **132**: 1771S-1773S.